Beitrag

zur

Festlegung der Oeffnungsbahn des Unterkiefers

unter besonderer

Berücksichtigung der Bestimmung des Rotationspunktes.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der

Zahnheilkunde (Dr. med. dent.)

mit Zustimmung

der medizinischen Fakultät

der

Friedrich Wilhelms-Universität zu Berlin

Tag der Promotion am 6. Mai 1920

von

Bruno Neynaber

Zahnarzt aus Berlin



Referent: Prof. Dr. Schröder.

Paul Kettner

Buch- und Kunstdruckerei. Druck: Wissentschaftlicher Werke.

Gerstungen (Thüringen.)

Die Hauptaufgabe der technischen Zahnheilkunde, der Wirkung der natürlichen Zähne gleichzukommen, hat in erster Linie zur Voraussetzung, daß der Zahnersatz sich den Bewegungen des mobilen Teiles des Kauapparates anpaßt, daß er ihm gegenüber kein Hemmnis bildet; nur so vermag er die die Kaufunktion vermitteldenden Kräfte in annähernder Weise auszunutzen; daß der Kaueffekt im übrigen auch noch von der Art der Konstruktion des Ersatzes, seiner Fixierung und von der Zahl der noch vorhandenen Zähne abhängig ist, darf natürlich nicht übersehen werden. Die Erkenntnis, daß die Nachahmung der normalen Okklusion, wie sie bei geschlossenem Munde vorhanden ist, nicht ausreicht, eine dem normalen Kauakt gleichwertige Wirkung mit den künstlichen Zähnen zu erzielen, dürfte heute alle Fachkreise durchdrungen haben und es dürfte kaum einen Fachmann geben, der die Bonwill'sche Idee nicht als einen der größten Fortschritte auf dem Gebiete der technischen Zahnheilkunde ansähe. In der Tat wird die technische Zahnheilkunde von dem Artikulationsproblem in ausschlaggebender Weise beherrscht, und daher hat man sich in zahnärztlichen Fachkreisen nicht mit dem Bonwill'schen Gedanken begnügt, sondern immer weiter versucht, auf Grund einer genaueren Analyse des Kauaktes zweckentsprechendere Apparate zu konstruieren.

Als Omnivoren ist den Menschen eine große Bewegungsfreiheit des Kiefers eigen, er ist imstande weitgehende Bewegungen in allen drei Richtungen des Raumes auszuführen, und demgemäß werden drei Bewegungsarten unterschieden: als erste die Oeffnungsbewegung, bestehend aus einer Hebung und Senkung des Unterkiefers, zweitens die Vor- und Rückwärtsverschiebung in sagittaler Richtung und drittens die artikulierenden Bewegungen nach links und rechts. Wollen wir den Mechanismus des Kauaktes in seinen Einzelheiten erörtern, so müssen natürlich alle drei Bewegungen einzeln für sich studiert werden. In der vorliegenden Arbeit habe ich es mir zur Aufgabe gemacht, die Ergebnisse der Untersuchungen festzulegen, die ich über die Oeffnungsbewegung des bezahnten Kiefers gemacht habe. Ueber die Bewegungsbahn zahnloser Kiefer sind besondere Studien von Herrn Zahnarzt Schultze ausgeführt und in seiner Dissertation niedergelegt worden. Nichtsdestoweniger habe ich mich selbst mit dieser Frage beschäftigt, um aus eigener Anschauung und Erfahrung heraus die Unterschiede festzulegen, die zwischen dem Mechanismus des bezahnten und unbezahnten Kiefers bestehen. Mich leiteten dabei der Gedanke und die Annahme, daß die Ergebnisse aus Vergleichen zur näheren Charakteristik der Bewegungen des bezahnten Kiefers beitragen könnten. Schultze hat auch in seiner Veröffentlichung auf diese bereits von mir früher vorgenommenen Untersuchungen Bezug genommen.

Die Oeffnungsbewegung hat allerdings für das Artikulationsproblem von allen Bewegungen die geringste Bedeutung, denn man muß sich darüber klar sein, daß bei der Kieferöffnung die Zahnreihen sofort auseinander gehen, keine Berührung, also keine Artikulation mehr stattfindet. Nicht zu übersehen ist dagegen, daß für eine eventuelle Bißerhöhung, wie wir sie des öftern bei der Anfertigung von Ersatzstücken anwenden, die Lage des Rotationspunktes der Oeffnungsbewegung nicht ohne Bedeutung ist. Ich habe deshalb auch auf diese Frage ganz besonders Gewicht gelegt und den Versuch gemacht, Anhaltspunkte für die Lage des Rotationspunktes zu gewinnen.

Wenn wir die Literatur über den Mechanismus der Kieferbewegungen überſehen, ſo iſt feſtzuſtellen, daß die älteren Autoren ſich eingehender mit der Oeffnungsbewegung befaßt haben als die ſpäteren, denen es hauptſächlich darauf ankam im Hinblick auf die praktiſche Ausnutzung des ſich ergebenden Reſultates für das Artikulationsproblem, die artikulierenden Bewegungen, das heißt die Vorwärts- und Seitwärtsbewegung zu ergründen.

Ich perſönlich habe die Oeffnungsbewegung in erſter Linie einer eingehenden Unterſuchung unterworfen, weil ſie mir als einfachſte und überſichtlichſte Bewegung zur Grundlage der komplizierteren, von dem Beſtande der vorhandenen Zähne abhängigen Bewegung dienen ſollte, und weil ich der Meinung war, daß insbeſondere die Bewegungsart der Condylen, wie ſie bei der Oeffnungsbewegung abläuft, für die Beurteilung des Mechanismus der artikulierenden Bewegung von Wert ſein kann.

Ueber den Mechanismus der Kieferbewegungen, in Sonderheit über die Oeffnungsbewegung liegen Unterſuchungen von einer ganzen Reihe von Autoren vor, man iſt aber dabei von verſchiedenen Vorausſetzungen ausgegangen und hat ſich grundverſchiedener Methoden bedient. Ein Teil der Autoren hat die Verhältniſſe am knöchernen Präparat ſtudiert, andere wiederum haben das friſche anatomiſche Präparat vorgezogen, und wieder andere ſuchten am Lebenden die Bahnkurve des Unterkiefers feſtzulegen.

Unter den Autoren, die die Auffaſſung haben, die Kieferbewegungen aus den Beobachtungen, die ſie am knöchernen Präparat machten, zu ſtudieren, iſt in erſter Linie W a l l i ſ ch (1906) zu nennen. Er behandelt die Oeffnungsbewegung nur ſehr kurz, eine genauere Analyſe der Bewegungsbahn des Gelenkköpfchens geht jedenfalls aus ſeinen Unterſuchungen nicht hervor, er führt aber den experimentellen Nachweis, daß die längſt beſtehende, ſchon von den alten Autoren vertretene Auffaſſung, daß die Oeffnungsbewegung keine einfache, ſondern eine kombinierte Bewegung iſt, richtig iſt, daß ſich dieſe Bewegung zuſammenſetzt aus einer Gleitbewegung nach vorn und einer Rotation des Condylus, und zwar gibt er weiter an, daß die erſte im oberen, die zweite im unteren Gelenk erfolge. Jedes Kiefergelenk ſtellt nach ihm gewiſſermaßen ein Doppelgelenk vor, das durch die Zwiſchenknorpelſcheibe nicht nur räumlich getrennt iſt, ſondern deſſen oberer Abſchnitt eine andere Funktion ausübt als der untere.

Dieſer Befund iſt durch B r e u e r (1909) beſtätigt und bekräftigt worden. B r e u e r geht bei ſeinen Unterſuchungen aber anders vor, er warnt aus dem Verhalten skelettierter Teile wegen deren Schrumpfung irgend welche Schlüſſe auf die Einrichtung und Mechanik des Gelenks zu ziehen, ja ſelbſt Studien an dem an der Leiche eröffneten Kiefergelenk ſind nicht einwandfrei, da hierbei einmal durch Eröffnung der Gelenkkapſel der Luftdruck fortfällt und zweitens der für die Bewegungen wichtige Band- und Muskelapparat z. T. zerſtört wird. B r e u e r bedient ſich darum des friſchen anatomiſchen Gelenkpräparates, an dem alle ausſchlaggebenden Faktoren, die Muskeln, Bänder, in Sonderheit auch die Gelenkkapſeln in intakter Form vorhanden ſind. Um aber die Bewegungsart der durch die Weichteile verdeckten knöchernen Gelenkteile zu erkennen, bedient er ſich der Röntgenſtrahlen. Auf dieſe Weiſe gelangt er zu einwandfreien, die Einzelheiten der Bewegungen wiedergebenden Reſultaten. Seine Unterſuchungen laſſen erkennen, daß es ihm darauf ankommt, die beiden die Oeffnung zuſammenſetzenden Bewegungen in ihrem gegenſeitigen Verhältnis zu einander zu erkennen, d. h. mit anderen Worten, den Anteil der Rotationsbewegung an der Gleitbewegung objektiv feſtzulegen; das ſucht er dadurch zu erreichen, daß er die Verſchiebung einer am Präparat, durch drei ſenkrecht übereinander eingelagerte Metallſtäbchen, gebildeten Graden zu einem fixen Punkt in Beziehung bringt. Eins der Metallſtäbchen bringt er an der Schädelbaſis über dem Jochbogen an, dieſes bildet den fixen Punkt, von den

beiden andern liegt das obere im Collum des Unterkieferastes, das untere weiter nach dem Angulus zu. Auf dem Röntgenbilde erscheinen diese Metalleinlagerungen als Punkte, von denen er die beiden unteren jedesmal durch eine Grade verbindet, und aus deren Lage zum Fixpunkt Breuer dann die jedesmal stattgehabte Condylendrehung bestimmt. Weiter zieht er Schlüsse auf die Lage des Rotationspunktes, indem er die oben gewonnenen Graden bis zu ihren Schnittpunkten verlängert. Breuer stellt durch seine Versuche wohl einwandfrei den combinierten Charakter der Oeffnungsbewegung fest, aber über den Anteil, den die Rotation an der Oeffnung hat, ist aus seinen Versuchen genaueres nicht zu ersehen, auch erfordert seine Rotationspunktbestimmung eine gründliche Nachprüfung auf ihre Richtigkeit; weiter unten habe ich eingehender darüber berichtet.

Wenn auch an dem von Breuer benutzten Präparat keinerlei Veränderung in anatomischem Sinne stattgefunden hat, so entstehen doch große Nachteile aus der passiven Bewegung des Unterkiefers, Nachteile, die derartig sind, daß man sich heute allgemein zur Messung am Lebenden bekennt.

Solche Versuche stellten als erste Tomes und Domalore (1901) an, sie gingen von den Bewegungen eines möglichst weit vom Gelenk entfernt liegenden Unterkieferpunktes aus und wählten den Mittelpunkt zwischen den mittleren unteren Schneidezähnen - den vorderen Dreieckspunkt. Diese beiden Autoren legen den Hauptwert auf die Bestimmung der Rotationsaxe bei der Oeffnungsbewegung und kamen zu dem Ergebnis, daß diese Axe nicht im Condylus sondern unter demselben läge, auch geht aus ihren Messungen zweifelsohne hervor, daß es sich bei der Oeffnungsbewegung um eine combinierte Bewegung handelt, d. h. der Condylus erleidet beim Entlanggleiten auf seiner Bahn gleichzeitig eine Drehung. Ganz ähnlich sind die Versuche, die Luce in Boston anstellte.

Aus der Bewegungsbahn irgend eines Punktes des Unterkiefers kann man natürlich Schlüsse auf den Charakter der Bewegung und die Art des Gelenks ziehen, es erscheint aber doch von Wichtigkeit, die Bewegungsbahn des Gelenkkopfes selbst zu registrieren.

Parfitt, und vor allem Cambion in England konstruierten einen Meßapparat zur graphischen Aufzeichnung der Condylenbahnen am Patienten, nachdem schon Walker (1896) einen sehr umfangreichen Apparat zu diesem Zwecke in Anwendung brachte, einen Apparat, der aber wegen seiner Kompliziertheit und Kostspieligkeit zur graphischen Darstellung der Condylenbahnen keine Verwendung fand.

Cambion benutzte eine sehr einfache Konstruktion, indem er einen unteren Abdrucklöffel nahm, bei welchem an Stelle des Griffes, also in der frontalen Mitte, ein hufeisenförmig gebogener Tragbügel angebracht ist, der mit einer rechteckigen Platte in der Gegend der beiderseitigen Condylen endigt. Senkrecht zu dieser Platte ist, durch Stellschrauben nach vor- und rückwärts, sowie auf- und abwärts verschiebbar, ein Führungszylinder zur Aufnahme des Registrierstiftes angebracht.

Zur Benutzung des Registrators füllt man den Löffel wie für einen Abdruck mit Stentsmasse, drückt das Ganze auf den bezahnten Unterkiefer des Patienten und läßt die Stentsmasse erstarren, dann werden die beiden Zeichenstifte auf die Condylen eingestellt, deren Lage sich bei Bewegungen des Unterkiefers leicht abtasten läßt. Cambion läßt den Patienten zusammenbeißen und drückt den Registrierstift, der mit einer in Oel gelösten Farbe beschrieben ist, gegen die Wangenhaut. Er erhält so den Okklusionspunkt. Nun läßt er in Etappen öffnen oder vorbeißen und drückt jedesmal den Zeichenstift

gegen die Wange des Patienten, bis er die einzelnen Kurven durch die Oelfarbenpunkte auf der Wange markiert erhält. Zur Fixierung dieser Kurven drückt Cambion ein Stück weißes Löschpapier, das die Farbe aufzieht, gegen die Wange, und die Kurven werden von der Wange auf das Blatt abgeklatscht. Cambion gibt wenig über die Oeffnungsbewegung an, er legt vielmehr den Hauptwert auf die Beziehung der Condylenkurven der drei Hauptbewegungen zueinander; aus seinen Aufzeichnungen ersehen wir, daß alle Kurven von einem gemeinsamen Okklusionspunkt auslaufen, während eines gewissen Teiles der Bahn zusammenfallen und dann erst ihre eigenen Wege beschreiben. Es mag hier gleich betont sein, daß bei meinen Messungen die Oeffnungskurve mit den beiden anderen, die während ihres ganzen Verlaufs zusammenfallen, außer dem Okklusionspunkt keinen gemeinsamen Punkt aufweist.

Gysi erkannte die Fehler, die in dem Cambion'schen Meßapparat zweifelsohne enthalten sind, er konstruierte daher einen neuen Registrator, der aus zwei getrennten Instrumenten besteht, und von ihm selbst in seinem „Beitrag zum Artikulationsproblem" wie folgt beschrieben wird:

I. Die Schreibfläche des Condylenbahnregistrators besteht aus einem brillenartigen Träger, an dem ein in den drei Richtungen des Raumes verstellbarer Papierhalter befestigt ist, welcher in der Gegend des Kiefergelenks fixiert werden kann. An diesem Papierhalter kann mit Hilfe einer Klammer ein Stück dünnes Kartonpapier befestigt werden, das die Registrierung der Condylenbewegungen aufnimmt. Das Ganze kann behufs größerer Stabilität mit einer Schnur, die hinter den Ohrmuscheln durchläuft, im Nacken festgezogen und mit Klammern befestigt werden.

II. Die beiden Registrierstifte, bestehend aus einem Trägersystem, das mit einer hufeisenförmigen Metallschablone auf die Probierplatten (Wachsschablonen) gesteckt werden kann. Von diesem Hufeisen ausgehend verlaufen zwei Metallplatten parallel zur Okklusionsebene (Kauflächenebene) nach hinten und tragen in der Gegend des Kiefergelenks links und rechts je einen Graphitstift, deren Halter in den drei Richtungen des Raumes verstellbar sind. Das ganze System ist derart ausbalanziert, daß die untere Probierwachsplatte selbstständig im Munde festgehalten wird.

Wie schon aus der Anordnung des Gysi'schen Trägergestells hervorgeht, legt Gysi den Hauptwert auf die Condylenbahnmessung zahnloser Patienten. Was bereits aus den Cambion'schen Versuchen für bezahnte Kiefer hervorgeht, daß nämlich die Bahn der Condylen nicht auf einer horizontalen, sondern auf einer nach unten geneigten Kurve erfolgt, wurde durch die Gysi'schen Versuche auch für Zahnlose bestätigt. Wir verdanken ferner Gysi die graduelle Festlegung der Neigungsbahnen, er brachte sie in Beziehung zur Kauflächenebene, und erhält bei der Oeffnungsbewegung im Durchschnitt Neigungswinkel von 35 Grad. Aehnlich wie Cambion gibt auch er in seinen Kaukurvenanalysen das Verhältnis der Condylenbahnen der drei Hauptbewegungen zueinander an, und kommt dabei zu ähnlichen Resultaten wie Cambion, daß nämlich die Condylen vom Okklusionspunkt aus während einer gewissen Zeit dieselben Bahnen durchlaufen, und dann erst für jede Bewegung einen besonderen Weg einschlagen. Daß ich zu anderen Resultaten gelangt bin, führte ich schon oben aus. Bemerken möchte ich noch, daß Gysi auf die großen Unterschiede, die zwischen den Bahnen der beiderseitigen Condylen in manchen Fällen vorhanden sind aufmerksam macht.

Was aber für uns besonderes wertvoll ist, das ist die erheblich verbesserte und vollendete Art der graphischen Darstellung der Condylenbahnmessung am Lebenden, auf die ich fußend, meine Messungen vornahm.

So vermeidet Gysi, wie es Cambion und Parfitt vor ihm nicht taten, eine Erhöhung des Bisses bei bezahnten Patienten dadurch, daß er das Bleistiftträgergestell nicht mit Hilfe eines Abdrucklöffels an den Zähnen befestigte, sondern er fertigte eine Kautschukschiene nach Art einer solchen, wie wir sie für Unterkieferfrakturen herstellen, an. In den labialen Teil dieser Schiene wird ein Draht eingelegt, an dem die beiden Stifte, die das Trägergestell tragen, angelötet sind. Bei zahnlosen Patienten habe ich es durch Erhöhung oder Erniedrigung der Propierplatte, (Wachsschablone) auf die die hufeisenförmige Schablone gelegt ist, jeder Zeit in der Hand, die richtige Bißhöhe herzustellen.

Bei meinen Messungen, die ich mit dem Gysi'schen Instrumentarium vornahm, erhielt ich dieselben Ergebnisse, wie sie Gysi in seiner Abhandlung angibt, doch hatte ich nach einer Anzahl von Versuchen den Eindruck einer gewissen Ungenauigkeit meiner Aufzeichnungen. Die federnden Graphitstifte verursachen auf dem Zeichenpapier eine Reibung, wodurch natürlich das Brillengestell bestrebt sein wird, etwas in Richtung der schreibenden Stifte nachzugeben. Selbst wenn ich mit ganz geringer Federkraft die Bleistiftsspitze eben das Papier berühren lasse, so wird die Reibung bei den Seitwärtsbewegungen doch zunehmen, da sich der Condylus nicht in einer Ebene bewegt. Auch das von Gysi teilweise angewandte Kopfgestell schien den Schreibflächen keinen größeren Halt zu geben. Ferner fiel mir auf, daß die Patienten nach mehreren Bewegungen nicht mehr dieselben Aufnahmen wie anfänglich ergaben. Durch die Schwere des Registrierstifthalters trat eine Ermüdung der Muskulatur ein. Aus dem eben Gesagten ersieht man also, daß es drei Punkte sind, auf die bei der Konstruktion eines Registrators besonders Wert zu legen ist:

Da ist zuerst die Reibung der Zeichenstifte auszuschalten, dann müssen die Zeichenblätter unbedingt stabil am Kopf des Patienten befestigt sein und drittens muß der vom Patienten am Unterkiefer getragene Registrierstifthalter zur Vermeidung einer Ermüdung möglichst leicht sein.

Um jede Reibung zu vermeiden wählte ich die elektrische Funkenzeichnung. Läßt man von einer Nadelspitze Induktionsstrom auf eine Metallplatte in Funken überspringen, und bringt man in die Funkenstrecke ein dünnes Papierblatt, dann wird dieses bekanntlich von den Funken durchschlagen und an der Durchschlagstelle bleibt ein dünnes Loch zurück, der Funke brennt sich in das Papier ein. Ich kann mit der Nadelspitze beliebig weit von der Platte fort gehen, muß mich eben in der Stromstärke danach richten; je stärker der Induktor gebaut ist, d. h. je mehr Drahtwindungen er besitzt, und je stärker ich den Primärstrom wähle, eine um so größere Funkenstrecke erhalte ich. Bewege ich nun die Nadelspitze über dem Papier in irgend welchen Bahnen hin und her, während dessen die Funken überspringen, so wandern auch natürlich die Funken mit, die sich immer den kürzesten Weg suchen, also von der Nadelspitze senkrecht auf die Platte überspringen. Ob ich die Nadel dem Papier etwas nähere oder entferne, hat keinen Einfluß.

Auch der neukonstruierte Condylenbahnregistrator besteht aus zwei Hauptinstrumenten, dem Kopfgestell als Zeichenblatthalter und dem Registrierstiftträger, der an den Zähnen des Patienten befestigt wird.

I. Der Papierblatthalter ist nach Art des von Professor Schröder angegebenen Kopfverbandes für Oberkieferfrakturen gebaut. Um Stirn und Hinterhaupt verläuft ein 3 cm breiter Metallbandstreifen, der durch die beiderseits angebrachten Schrauben fest dem Kopfe des Patienten angelegt werden kann. Ein sagittal, ebenfalls in seiner Länge verstellbares Metallstreifenstück sichert die Lage. An der Mitte des Stirnteiles ist ein Kugelgelenk angebracht, das einen frontal verlaufenden, viereckigen Balken trägt. Mittels einer kurzen Hülse ist auf ihm von der Mitte aus beliebig weit verschiebbar, an jeder Seite je ein lateraler, ebenfalls viereckiger Balken angebracht. Um ein Herunterfallen der Seitenbalken zu verhindern, liegt über dem Kopf ein frontaler, in seiner Länge

verſtellbarer Stab, von deſſen Enden mit Gradeinteilungen verſehene Stäbe zu den Seitenbalken herunterreichen und mit dieſen verſtellbar verſchraubt werden. Durch dieſe Anordnung erzielen wir eine abſolut ſtabile Lage der Seitenbalken, an denen die eigentlichen Meſſingkaſſetten mit ihren Stielen befeſtigt ſind; und zwar ſind auf den Seitenbalken kleine Blechhülſen angebracht, die ſich nach vorne und hinten verſchieben laſſen, und durch die der Stiel der Kaſſetten geführt wird, ebenfalls nach oben und unten verſtellbar. Unterhalb des Seitenbügels trägt der Kaſſettenſtiel aus Bequemlichkeitsgründen eine rechtwinkelige, bajonettförmige Abknickung zum Kopfe des Patienten hin. Gleich unterhalb des Knicks iſt der Metallſtiel zur Iſolation durch eine 1,5 cm lange Elfenbeinſtange erſetzt.

Die Kaſſette entſpricht in ihrem Bau einer einfachen photographiſchen Plattenkaſſette, ſie iſt an der Rückwand beweglich mit dem Stiel verbunden, kann alſo in jede Lage gebracht werden, vor allem iſt man in der Lage, den unteren Kaſſettenrand parallel der Kauflächenebene einzuſtellen. Eine am vorderen Rande angelötete Klemmſchraube dient zur Befeſtigung des Leitungsdrahtes.

II. Der Regiſtrierſtifthalter iſt aus Aluminium angefertigt, und es hat ſich gezeigt, daß die Patienten damit genauere Aufzeichnungen machen können, da die läſtige Ermüdung der Muskulatur fortfällt, aber ich will gleich hier hervorheben, daß der leichte Aluminiumbügel bei zahnloſen Patienten nicht mit ſo großem Erfolg angewandt wird, da er die Probierplatte nicht feſt genug auf den Kiefer drückt. In der Frontalebene liegt eine runde Aluminiumhülſe, die mit dem Anſatz, in welchem zwei, den Stiften der Kautſchukſchiene entſprechende Löcher gebohrt ſind, auf die Stifte geſchoben wird. An jedem Ende des Frontalteils iſt eine nach hinten verlaufende Hülſe angebracht, die in der Sagittalebene liegt und durch einen nach hintenausziehbaren Stift für jede Entfernung der Condylen richtig eingeſtellt werden kann. Durch die angebrachten Schrauben kann der Frontalbügel für jede Kopfbreite dadurch richtig eingeſtellt werden, daß ſich eine über die urſprüngliche Hülſe gelegte zweite herein und heraus ſchrauben läßt. Das Ende des lateralen ausziehbaren Stiftes trägt den Führungszylinder, in welchen nach oben und unten ein verſtellbarer, ſtarker Draht verläuft, der die Iſolierung für die Nadel trägt. Der Drahtſtift iſt an dieſer Stelle durch ein 1,5 cm langes Elfenbeinſtück erſetzt. An ſeinem oberen Teil trägt er den Führungszylinder, der den Nadelträger mit der Nadel aufnimmt. An dem Ende des Nadelträgers dient eine Klemmſchraube zur Befeſtigung des Leitungsdrahtes.

Durch die Verſtellbarkeit der einzelnen Bügelteile in allen drei Richtungen des Raumes kann die Nadelſpitze bei jeder Kopfform bequem auf den Condylus eingeſtellt werden.

Ferner erhöhte ich die ſtabile Lage des ganzen Apparates dadurch, daß ich die Kautſchukſchiene für jeden Verſuch dem Patienten mit Zement an den Zähnen befeſtigte.

Als Stromquelle benutzte ich den Induktionsſtrom eines kleinen Induktoriums mit $1^1/_2$ cm Funkenlänge, das den Primärſtrom von einer Akkumulatorenbatterie von 4 Volt Spannung erhält. Bei der Meſſung gehe ich folgendermaßen vor: zuerſt zementiere ich dem Patienten die Kautſchukſchiene ein, die beiden Stifte zum Aufſchieben des Trägergeſtells ſehen dabei, in der Kauflächenebene liegend, aus dem Munde heraus, dann ſchiebe ich das Trägergeſtell auf dieſe beiden Stifte, ſeine beiden lateralen Bügel liegen nun in der Kauflächenebene. Mit Hilfe der Stellſchrauben laſſe ich die Nadelſpitze genau auf das Centrum des Condylus zeigen, um ganz ſicher zu gehen, habe ich mir vorher am Patienten dieſen Punkt mit einem Oelſtift auf der Haut feſtgelegt.

Ich ziehe alle Schrauben fest an, die Nadel nehme ich in ihren Führungszylinder zurück, da ja jetzt noch zwischen Nadel und Haut die Kassette gebracht wird. Nun setze ich dem Patienten das Kopfgestell auf, lege die Metallbänder fest an, und bringe die Kassette vor den Condylus, ihren unteren Rand stelle ich parallel dem Seitenbalken des Trägergestells, d. h. der Kauflächenebene, ein. Jetzt nähere ich die Nadel der Schreibfläche bis auf 1 mm und überzeuge mich durch wiederholtes Oeffenen und Vorschieben des Unterkiefers, daß während der ganzen Bewegungen keine Berührung zu Stande kommt. Von dem Pol des Induktionsapparates führe ich einen stark isolierten Hochspannungsdraht an die Klemmschraube der Kassette; da diese fest am Kopfgestell befestigt ist, wird durch den herunterhängenden schweren Draht keine Lageveränderung oder irgend eine Behinderung des Patienten bedingt. Das eigentliche Kopfgestell bekommt infolge der Isolation keinen Strom. An die Klemmschraube des Nadelträgers führe ich von dem zweiten Pol des Induktoriums einen einfach isolierten dünnen Leitungsdraht, der in der Luft hängt; ich habe gefunden, daß hier durch zu schweren Draht eine Bewegungsbehinderung des Patienten stattfindet. Nachdem so alles vorbereitet ist, lege ich ein Blatt dünnes Millimeter-Papier in die Kassette, lasse den Mund schließen und führe mittels eines Morseunterbrechers dem Induktor Strom zu, die Funken springen über und je nachdem, ob ich die Funken kürzere oder längere Zeit so überspringen lasse, brenne ich mir den Okklusionspunkt schwächer oder stärker in das Papier ein. Jetzt lasse ich öffnen, die Funken springen nun weiter von der Nadelspitze senkrecht auf die Kassette über und brennen während der Bewegung die Punktkurve ein. Dadurch, daß ich die Nadelspitze möglichst nahe an das Papier heran gebracht habe, verhindere ich, wie es bei weiten Entfernungen der Fall ist, ein schräges, nicht senkrechtes Ueberspringen von der Spitze auf die Kassettenwand.

Mit dem oben beschriebenen Zeichenapparat erhält man bei ein und demselben Patienten konstante Ergebnisse; auch geben die Patienten selbst an, daß sie bei den Bewegungen keinerlei Behinderung empfinden.

Die Oeffnungsbewegung ergibt Condylenbahnen, die in einem Winkel von ungefähr 35 Grad zur Kauflächenebene geneigt sind, und in den meisten Fällen einen nach oben konkaven Bogen bilden. Dieses Ergebnis bestätigt also die bisher gewonnenen, wie wohl heute überhaupt bei allen Fachleuten über diesen Charakter der Oeffnungsbewegung eine einheitliche Auffassung vorhanden ist. Von den bisherigen Resultaten abweichende ergaben meine Untersuchungen über das Verhältnis der artikulierenden zu der Oeffnungsbewegung. Während die Autoren, die sich bisher mit dieser Frage beschäftigt hatten, in Sonderheit Cambion und Gysi zu dem Ergebnis gelangten, daß die Oeffnungskurve fast in allen Fällen mit den Kurven der artikulierenden Bewegungen streckenweise wenigstens zusammenfällt, vor allem im Anfange der Bewegungsbahn, mußte ich feststellen, daß die Oeffnungskurve schon vom Okklusionspunkt ab von den Kurven der artikulierenden Bewegungen abweicht, daß diese Bewegungen nur den Okklusionspunkt gemein haben. Auch für die Beurteilung der Oeffnungsbewegung selbst ist dieses Ergebnis nicht ganz ohne Bedeutung, weist es doch darauf hin, daß der Mechanismus der Kieferbewegung nicht nur an die Form des Gelenks gebunden ist, sondern auch abhängig ist von der Funktion der aktiven Bewegungsorgane und in Sonderheit von den Zähnen und der Art, wie sie zusammentreffen.

Wie schon oben angedeutet, erklärten die früheren Autoren, so auch Gysi, daß bei der Oeffnungsbewegung der Condylus nicht nur die aufgezeichnete Bahn entlanggleite, sondern auch gleichzeitig rotiert würde; Fick nennt dies die Abrollbewegung. Wenn man sich auch über die Art der Bewegung klar war, so konnte ich jedoch bisher keine genaue Beweisführung aus Versuchen am Lebenden finden, vor allem war man über den Anteil der Rotation,

der auf eine bestimmte Strecke der Condylenbahn entfällt, nicht ganz im Klaren.

Um diese Verhältnisse graphisch festzulegen und darzustellen, verfolgte ich nicht die Bewegung eines Punktes, wie es bisher geschah, sondern die Lageveränderung einer durch diesen Punkt geführten Graden. Um das technisch durchzuführen, konstruierte ich eine Gabel, die außer der Nadel, die auf das Zentrum des Condylus zeigt, noch zwei in einer Entfernung von je einem cm von der Mittelnadel liegende Peripherienadeln trägt. Die Zentralnadel ist für die eigentliche Rotationsmessung nicht nötig, gibt aber den Weg an, den der Condylus beschreibt und trägt zur Veranschaulichung des Ganzen bei. Alle drei Nadeln sind durch den nichtleitenden Querbalken, an dem sie befestigt sind, voneinander isoliert. Jede Nadel besitzt an ihrem Ende eine kleine Klemmschraube zur Befestigung des betreffenden Leitungsdrahtes. Die Anordnung für die Stromzufuhr der Zentralnadel bleibt dieselbe, wie bei den einfachen Bahnaufzeichnungen. Die beiden Peripherienadeln verbinde ich mit den Polen eines zweiten, dem ersten parallel geschalteten Induktoriums; beide Induktionapparate werden durch einen gemeinsamen Schalter bedient.

Bei der Aufzeichnung selbst gehe ich nun folgendermaßen vor: die Zentralnadel wird auf das Zentrum des Condylus eingestellt, dann wird das System so eingerichtet, daß die Peripherienadeln mit der Zentralnadel in einer Senkrechten liegen. So brenne ich zuerst die drei Punkte in der Okklusionsstellung ein, lasse dann in bestimmten Etappen öffnen und bekomme jedesmal drei in einer Graden liegende Punkte, von denen mir die in der Mitte liegenden den Weg des Condylus angeben.

Ich kann nun bestimmte Strecken zu ihren entsprechenden Winkeln, gebildet durch die sich schneidenden Graden, in Beziehung setzen, und daraus auf den Anteil von Rotation für diese Bahnlänge Folgerungen ziehen. Meine Messungen haben ergeben, daß bei der Oeffnung eines intakt bezahnten Kiefers die Rotation gleichmäßig auf die ganze Condylenbahnstrecke verteilt ist, d. h. nach Aufgabe der Okklusion sofort einsetzt, ganz gleich, welche Bißart vorliegt. Ich hebe das ganz besonders hervor, weil die Untersuchung am zahnlosen Kiefer eine andere Anordnung der Beteiligung der Rotation an der Gleitbewegung zeigt. Es war nämlich festzustellen, daß bei Leuten, die lange Zeit zahnlos und ohne Prothese waren, in der ersten Phase der Oeffnungsbewegung die Gleitbewegung hinter der der Rotation zurücktrat, daß diese vielmehr den Charakter der Bewegung vollständig beherrschte, und daß eine gleiche Beteiligung erst bei weiterer Oeffnung des Mundes eintrat.

Um den Charakter der Condylusbewegung zum Grade der Mundöffnung noch deutlicher zum Ausdruck zu bringen, verfolgte ich auch die Bahn des vorderen Dreieckspunktes, und zwar so, daß beide Kurven, die des vorderen Dreieckspunktes und die des Condylus, gleichzeitig aufgenommen, auf eine Ebene projiziert und zueinander in Beziehung gebracht werden konnten. Auch hier benutzte ich wieder die elektrische Zeichenmethode; in der Mitte des am Unterkiefer befestigten Bügels wurde eine isolierte Stahlnadel angebracht, die auf ein sagittal gestelltes Papier einbrennt. Der Papierblatthalter wird an dem Kopfgestell befestigt.

Bei der Oeffnung erhalte ich Kurvenbögen, die nach vorne aus dem um den Condylus geschlagenen Kreis herausfallen, der vordere Dreieckpunkt muß natürlich ebenfalls die Vorwärtsbewegung des Condylus in irgend einer Form mitmachen. Ich kann auch aus diesen Messungen auf den gleichmäßigen Anteil von Rotation an Gleitbewegung schließen, und zwar insofern, als die Kurven

des vorderen Dreieckspunktes jedesmal mit dem gleichen Winkel aus den um den Condylus geschlagenen Kreisbogen herausfallen.

Aus den Vergleichen der Bahnkurven geht deutlich hervor, daß die den einzelnen Oeffnungsetappen entsprechenden Streckenabschnitte beider Kurven proportional sind.

Was den Verlauf der Bahnkurve des vorderen Dreieckpunktes anbetrifft, so möchte ich nicht unterlassen darauf hinzuweisen, daß sie nicht unbeträchtlichen Schwankungen unterworfen ist, die ihre Erklärung in dem weiten Verkehrsraum finden, der der Oeffnungsbewegung zur Verfügung steht. Es ist ja hinlänglich bekannt, daß die Oeffnungsbewegung nicht nur aus der Okklusion erfolgen kann, sondern aus jeder Stellung zwischen dieser und dem maximalen Vorbisse. Lassen wir eine Oeffnungsbewegung aus der Schlußstellung machen, und sodann eine solche aus der maximalen Vorwärtsstellung des Unterkiefers heraus, so schließen die sich aus beiden Bahnen ergebenen Kurven den Raum ein, in dem der vordere Dreieckspunkt bewegt werden kann. Beide Kurven treffen im Punkte der maximalen Oeffnung zusammen. Der Umstand der Bewegungsfreiheit im eben beschriebenen Sinne ist natürlich, will man eine Vergleichung der Oeffnungskurven des Condylus mit der des vorderen Dreieckspunktes durchführen, sorgfältigst zu berücksichtigen. Wie meine Versuche ergeben haben, lassen sich die Schwankungen im Sinne des Verkehrraumes ohne Schwierigkeiten ausschließen.

Die auf die eben beschriebene Art festgelegten Bahnkurven zeigen in klarer und deutlicher Weise das gegenseitige Verhältnis der die Oeffnung zusammensetzenden Grundbewegungen, der Rotation einerseits, der Gleitbewegungen andererseits. Durch die gleichzeitige Darstellung der auf eine Ebene projizierten Kurven sollte zugleich auch der Grad der Mundöffnung zur Wegstrecke und Wegart des Condylus zum Ausdruck gebracht werden. Ich hatte mir weiterhin aber die Aufgabe gestellt, den Drehpunkt für die einzelnen Phasen der Oeffnungsbewegung, diesen jeweiligen Drehpunkt am Lebenden zu finden und festzustellen. Hierfür boten mir die bisher festgelegten und beschriebenen Befunde eine ausreichende und gute Grundlage. Die Ansichten über die Lage des Rotationspunktes weichen voneinander ab. Schon die alten Anatomen machten im Hinblick auf die Anatomie des Unterkiefers darauf aufmerksam, daß es sich bei der Oeffnungsbewegung des Unterkiefers nicht um eine zentrierte Bewegung handeln kann, d. h. daß es für die Oeffnungsbewegung keine feststehende Axe gibt, denn die Längsaxen der beiden Condylen liegen nicht in einer Graden, sondern schneiden sich in einem mehr oder weniger stumpfen Winkel in der Gegend des vorderen Randes des Foramen magnum. So zeigte schon der Anatom Ferrein, daß der Condylus bei der Oeffnungsbewegung vorschreitet, während der Kieferwinkel zurückweicht; er verlegte den Rotationspunkt an die Einmündungsstelle der Art. und Nerv. mandibularis, und verknüpfte dabei die heute längst überholte Anschauung, daß die Natur den Rotationspunkt an diese Stelle gelegt hätte, um eine Zerrung der hier eintretenden Gefäße zu vermeiden.

Langer, Tomes und Domalore und andere wollten aus den Bewegungen eines möglichst weit vom Gelenk entfernt liegenden Punktes, des vorderen Dreieckspunktes, die Lage der Rotationsaxe ermitteln. Aus der Vergleichung der Lagen des vorderen Dreieckspunktes bei geschlossenem und geöffnetem Munde kommt Langer zu dem Ergebnis, daß es sich um eine im Raum fortschreitende Bewegung um eine fixe Axe handelt, die er im Gegensatz zu Ferrein in das Zentrum des Condylus verlegt. Nach Langer ist also der Condylus in jeder Phase der Oeffnungsbewegung der Achsenträger. Tomes und Domalore glaubten aus ihren Versuchen d. h. aus dem Studium des Verlaufes der Bewegungsbahn der unteren mittleren Schneidezähne, das Zentrum unterhalb der Condylenebene und zwar hinter der von den Condy-

len abwärts gezogenen Senkrechten, – etwa 2,5 bis 3,5 cm von den Condylen im vertikalen Abstand entfernt – festlegen zu können. Bonwill wieder verlegt das Rotationszentrum auf die Verlängerung der Kauebene nach hinten zu, jedenfalls liegt es nach ihm stets unterhalb des Gelenkes.

Bei meinen Versuchen, die Lage des Rotationszentrums bei der Kieferöffnung festzulegen, gaben mir besonders die Arbeiten zweier Autoren wertvolle Anregungen. Als ersten möchte ich Breuer nennen, den ich schon oben bei der Condylenbahnbestimmung hervorhob und dann Bennett, der seine Untersuchungen im Gegensatz zu Breuer am Lebenden ausführte.

Breuer brachte im Jochbogen des Präparates einen und im Collum des Unterkiefers zwei, in einer Frontalebene senkrecht übereinander liegend, kleine Metallstäbchen an, die auf dem Röntgenbilde als dunkle Punkte erscheinen müssen. Bei allen Aufnahmen erhält man von der Schädelbasis, dem fixen Teile, identische Bilder, während nur der Unterkiefer, als der bewegliche Teil, seine Stellung und Aussehen im Bilde ändert. Wie bereits erwähnt, legt Breuer in der Photographie durch die Mittelpunkte der Schatten jener beiden im Collum des Unterkiefers steckenden Metallstäbchen eine Grade, aus deren verschiedener Neigung und Lage zum fixen Punkt im Jochbogen er auf die Bewegung des Unterkiefers schließt. Aus dem Vergleich dieser Bilder soll sich ferner noch ergeben, daß die Achse bei der Oeffnungsbewegung nicht im Condylus, sondern im Collum des Unterkiefers in der Höhe der Ligamenta lateralia und der hinteren Kapselbänder liege. Er gelangt zu diesem Ergebnis dadurch, daß er die Graden nach unten bis jedesmal zu ihrem Schnittpunkt verlängert, diese Schnittpunkte sieht er als Rotationspunkte an. Im Anfang meiner Untersuchung ging ich ähnlich vor, indem ich die beiden Peripherienadeln der Rotationsgabel den im Collum liegenden Metalleinschlüssen gleichsetzte; meine so gewonnenen Ergebnisse bestätigen die Breuer'schen Aufnahmen, aber ich kam bald zu der Ueberzeugung, daß man aus diesen Aufzeichnungen wohl auf eine außerhalb der Condylen liegende Rotationsaxe schließen kann, aber nicht auf eine wandernde.

Ferner kann man aus der Bewegung zweier Punkte eines Körpers auf dessen Rotation und Bewegung überhaupt schließen, aber man kann nicht die Breuer'sche Methode der Rotationspunktbestimmung anwenden, wenn es sich um einen im Raume fortschreitenden Rotationspunkt handelt. Man kann nur dann den Rotationspunkt durch Verlängerung der Graden bis zu ihren Schnittpunkten finden, wenn das System um einen fixen Punkt rotiert, andernfalls muß für jede Oeffnungsetappe auf jede der von einem Punkt durchlaufenen Bahn das Mittellot errichtet werden, d. h. es wird für jede Bahnkurve der geometrische Ort für den Rotationspunkt bestimmt. Wo sich die beiden Mittellote zweier entsprechender Bahnkurven schneiden, dort liegt für diese Oeffnungsphase der Rotationspunkt.

Mit der Auffassung, die ich sofort den Breuer'schen Ausführungen gegenüber gewann, stehe ich nicht alleine. In der einschlägigen Literatur findet sich ein Werk von Bennett, in dem das gleiche Mittel der Festlegung des Rotationspunktes angenommen wird. Bennett sucht aus den Bahnkurven zweier möglichst weit vom Condylus entfernter Punkte, die unverrückbar fest mit dem Unterkiefer verbunden sind, die Lage des Rotationspunktes zu ermitteln, indem er auf den einander entsprechenden Abschnitten beider Kurven die Mittellote errichtet, deren Schnittpunkt den wirklichen Rotationspunkt jener Oeffnungsphase darstellt, denen die eben bezeichneten Kurvenabschnitte entsprechen. Er bedient sich dabei einer eigenartigen Technik, die an das Luce'sche Verfahren erinnert und darin besteht, daß er in der Gegend der unteren Schneidezähne zwei kleine elektrische Glühlampen an dem Ende eines an den Zähnen des Unterkiefers befestigten Drahtes anbringt, das derart aus dem Munde heraussieht, daß es mit den Lippenbewegungen nicht in Konflikt kommt. Zwischen

dem Patienten und der Wand, an der ein großes Stück weißes Papier befestigt ist, wird eine bikonvexe Linse aufgestellt, die auf einem beweglichen Untergestell angebracht ist. Die Linse wird in den richtigen Fokus eingestellt, und die beiden Lampen zeigen sich, natürlich auf dem Kopfe stehend, auf dem Papier. Die Vergrößerung hängt von der Entfernung der Lampen und der Wand ab. Während der Patient den Mund in Etappen öffnete, markierte Bennett auf dem Papierschirm die verschiedenen Raštpunkte der Lampe mit einem Bleistift und erhielt auf diese Weise seine Diagramme. Die eben beschriebene Methode, so genial sie erdacht ist, bedeutet doch immerhin ein ziemlich kompliziertes Verfahren, das auch insofern nicht einwandfrei ist, als dabei sehr leicht Ungenauigkeiten unterlaufen können. Eine direkte Aufzeichnung der Kurven wäre jedenfalls bedeutend einfacher und ließe sich hinsichtlich ihres Verlaufes besser kontrollieren. Ich habe versucht, aus den auf direktem Wege gewonnenen Aufzeichnungen der Bahnkurven, einerseits des vorderen Dreieckspunktes, andererseits des Condylenpunktes, die Drehpunkte für die einzelnen Kurvenabschnitte, d. h. für die einzelnen Phasen der Oeffnungsbewegung, festzulegen. Dadurch, daß ich beide unter gleichen Umständen und zu gleicher Zeit gewonnenen Kurven benutzte, ergab sich eine übersichtliche Kontrolle und zugleich auch ein objektiver Beweis für die Richtigkeit des von mir gewählten Weges. Was nun die Resultate meiner Messungen anbetrifft, so läßt sich ganz allgemein von vornherein sagen, daß der Rotationspunkt entsprechend der verschiedenen Phasen der Oeffnungsbewegung wandert.

Zu Beginn der Oeffnung liegt der Rotationspunkt noch in der Nähe des Okklusionspunktes, also im Condylus selbst, um dann fortschreitend mit den weiteren Graden der Oeffnung weiter nach unten und vorn zu gehen. Bei maximaler Oeffnung nähert er sich wieder dem Condylus.

Es erübrigt sich noch, die Ergebnisse meiner Untersuchung in Beziehung zu setzen zu den in der Literatur vorhandenen Angaben über die Lage der Rotationspunkte. Außer acht lassen kann ich wohl alle jenen Angaben, nach denen der Drehpunkt eine bestimmt fixierte Lage einnimmt, dagegen müssen zum Vergleich einige der wichtigsten Auffassungen herangezogen werden, die das Fortschreiten des Rotationspunktes im Raume als selbstverständlich ansehen, ihm eine bestimmte Bahnkurve zuschreiben. Hier möchte ich von den älteren Autoren Ferrein und Langer herausgreifen, unter den neueren Autoren ist wohl besonders Breuer zu nennen.

Was Ferrein anbetrifft, so verlegte er zwar die Achse, um die sich der Kiefer bei der Oeffnungsbewegung dreht, in die Gegend des Eingangs des Alveolarkanals, bemerkt aber doch, daß sie sich bei weit geöffnetem Munde den Condylen nähert. Ferrein hat also bereits erkannt, daß den verschiedenen Phasen der Oeffnungsbewegung verschiedene Drehpunkte zukommen, ganz besonders interessant ist aber der Umstand, daß bei maximaler Oeffnung sich der Rotationspunkt wieder den Condylen nähert. Nach den Resultaten meiner Untersuchungen muß ich diese Anschauung als richtig bezeichnen.

Langer glaubt den Nachweis erbracht zu haben, daß der Rotationspunkt während aller Phasen der Oeffnung im Condylus liege, mit diesem auf der schrägen Bahn des Tuberculums fortschreite; das kann aber nicht zutreffen. Nur in der ersten Phase der Oeffnungsbewegung liegt der Drehpunkt im Condylus, wenigstens bei bezahnten Kiefern, bei unbezahnten Kiefern liegt die Sache insofern etwas anders, als erst bei stärkerer Mundöffnung der Charakter der kombinierten Bewegung zur Geltung kommt. Und nun schließlich zu Breuer. Die Bahnkurven des Rotationspunktes, wie er sie angibt, weichen sehr erheblich von meinen ab, und zwar insofern als sich nach ihm der Drehpunkt nach unten und rückwärts in einer nach hinten geöffneten Kurve bewegt. Ueber diese Abweichung kann ich mich nicht wundern, da Breuer auf andere, meiner Ansicht nach nicht richtige Weise den Drehpunkt festlegte.

Die Aufgabe, die ich mir gestellt habe, eine genauere Charakteristik der Oeffnungsbewegung zu geben, glaube ich erfüllt zu haben. Daß es sich um eine combinierte Bewegung handelt, war schon lange nicht mehr zweifelhaft, nur war die Frage offen, in welchem Maße und in welchem Grade die Rotation an der Gleitbewegung beteiligt ist, wie das proportionelle Verhältnis der einzelnen Bewegungen zueinander ist. Diese Frage aber glaube ich hinlänglich deutlich und klar behandelt und gelöst zu haben. Was den Rotationspunkt anbetrifft und seine Lagebestimmung, so haben zahlreich ausgeführte Versuche immer wieder zu gleichlautenden Resultaten geführt, sodaß ich annehmen muß, daß der von mir beschrittene Weg als gangbar anerkannt werden wird, auch scheint es mir durchaus nicht unmöglich, am künstlichen Gelenk, durch eine entsprechende Technik, d. h. durch Ausnutzung einer starren, der jeweilig individuellen Oeffnungskurve entsprechenden Bahn, bezw. Führungschiene, das Fortschreiten der Drehachse nach den natürlichen Verhältnissen wiederzugeben.



Literatur-Verzeichnis.

Gysi:
Beitrag zum Artikulationsproblem, Berlin 1908.

Rumpel:
Das Kiefergelenk, seine Anatomie und Mechanik und der Gelenkartikulator von Gysi 1910. Correspondenz-Blatt für Zahnärzte 1911.

Schröder:
Frakturen und Luxationen der Kiefer.

Cambion:
Graphische Darstellung der Unterkieferbewegung am lebenden Menschen. Dental-Cosmos 1914.

Breuer:
Was lehrt uns das Röntgenbild des Kiefergelenks? Oesterr. Ung. Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde 1910. Heft 1.

B. Snow, D. D. S. Buffalo:
Die Artikulation ganzer künstlicher Gebisse. Correspondenz-Blatt für Zahnärzte 1912.

Normann, G. Bennett M. B. L. D. S:
Ein Beitrag zum Studium der Bewegung des Unterkiefers. Zahnärztliche Orthopädie u. Prothese. Febr. 1913.

Eltner:
Mechanik des Unterkiefers und der zahnärztlichen Prothese. Deutsche Zahnheilkunde in Vorträgen. Heft 20.

Fick:
Anatomie der Gelenke. Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke.

Monro:
Remarks of the Artikulation, Muscles and Luxation of the lower jaw art. I. Medial Essays and observation published by a Society in Edinbourgh Fifth Edition 1771.

Cambion:
Some Graphic Records of Movements of the Mundible in the living subject (1904).

Parfitt:
A new Anatomical Articulator.

Luce E:
The movements of the lower jaw. Boston medical and surjical. Journal 4. Juli 1890.

Schwarze:
Die Entwicklung der Artikulationslehre Bonwills. 1900.

Hesse:
Zur Mechanik der Kaubewegung des menschlichen Kiefers. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1897.

Lebenslauf.

Ich, Bruno Heinrich Ehrhard Neynaber, wurde am 24. Dezember 1896 zu Charlottenburg als Sohn des Rechnungsrats Wilhelm Neynaber und seiner Ehefrau Berta, geb. Pasewaldt, geboren und in der evangelischen Religion erzogen. Vom sechsten bis neunten Lebensjahre besuchte ich die Vorschule des Steglitzer Gymnasiums, trat dann in die Sexta der dortigen Oberrealschule über, deren Reifezeugnis ich Juli 1914 erlangte. Ich studierte mit einigen Unterbrechungen durch Heeresdienst an der Universität Berlin Zahnheilkunde und erlangte im August 1918 die Approbation als Zahnarzt mit der Zensur „gut". Am 1. Mai 1919 trat ich als Assistent in die technische Abteilung des Zahnärztlichen Universitätsinstituts zu Berlin ein.